

## 「音声発電」による搬送波とベースバンド信号の 一体型供給伝送デバイスの作成

速水 浩平<sup>†</sup> 安藤 類央<sup>††</sup> 武藤佳恭<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 慶應義塾大学環境情報学部 〒252-8520 神奈川県藤沢市遠藤5322

<sup>††</sup> 慶應義塾大学政策メディア研究科 〒252-8520 神奈川県藤沢市遠藤5322

E-mail: †{t02743kh,ruo,takefuji}@sfc.keio.ac.jp

あらまし 近年、「ユビキタス」や「モバイル通信」の動作に使用する電力の供給手段が問題になっている。本論文では「音声発電」による搬送波とベースバンド信号（信号波）の同時供給デバイスの作成を提案する。提案システムでは、人の話す声のエネルギーで発電を行う「音声発電」による搬送波とベースバンド信号の一体型供給伝送デバイスの作成を提案する。「音声発電」によって、ベースバンド信号を送信するデバイスに電力を供給する。今回、我々は「音声発電」で動作させるリモコンデバイスを開発した。このデバイスは赤外線 LED を動作させるリモコンと「音声発電機」を結び付けたものである。プロトタイプでは日常会話程度の声の大ききで約 DC 2～3 V 程度電圧で任意の電力を供給し、音声認識デバイスの送信部の無電池リモートコントロールが可能になった。

キーワード 音声発電, 音声による搬送波の生成, 信号波と搬送波の同時供給デバイス

## Simultaneous providing device of baseband and carrier signal using sound-generated electricity

Kouhei HAYAMIZU<sup>†</sup>, Ruo ANDO<sup>††</sup>, and Yoshiyasu TAKEFUJI<sup>†</sup>

<sup>†</sup> Faculty of Environmental Information, Keio University Endo 5322, Fujisawa, 252-8520 Japan

<sup>††</sup> Faculty of Graduate School of Media and Governance, Keio University Endo 5322, Fujisawa, 252-8520 Japan

E-mail: †{t02743kh,ruo,takefuji}@sfc.keio.ac.jp

**Abstract** Recently, the electricity generating system for ubiquitous and mobile communication has been researched. In this paper, we propose a integrated providing device of baseband and carrier signal using sound-generated electricity. In our system, the electricity is generated by human voice, which makes it possible that the carrier signal is provided on the demand, simultaneously. We develop a prototype system of remote control device consists of infrared rays LED and sound power generator. Our device can provide DC2-3V and the simple remote control.

**Key words** Sound generated electricity, simultaneous providing of carrier and baseband

### 1. はじめに

これまで音は発電には不向きであるとされてきた。なぜなら、音のエネルギーはそれ程大きくはないからである。けれども、我々はこれまでの研究で音力発電の発電効率を向上させることに成功した。音を使って電力を得る発電方法を「音力発電」と呼ぶ。特に、「音力発電」の中でも人の話す声のエネルギーを使って発電を行なう「音声発電」では近い将来モバイル機器を動かすこともできるくらいの電力を得られるようになるであろう。「音力発電」の技術はこれからのユビキタス社会にお

いて自己発電電源の有効な手段として応用することも可能である。つまり、音の存在する環境であれば、その音のエネルギーを使い発電することで IC チップを駆動させることも可能である。我々はその他にも、実用的な応用製品として、話すことで自己発電を行い電力（バッテリー）を補う「音声発電式携帯電話」等を視野に入れた研究開発も行っている。本論文ではこれまであまり注目されてこなかった「音力発電」について、その重要性和可能性を示すと同時に、その応用の一例として「音声発電」で動作させるリモコンデバイスを紹介する。

## 2. 提案手法

### 2.1 音力発電と圧電素子

「音力発電」の基本的仕組みは音のエネルギーでコイルを振動させ電磁誘導を生じさせたり圧電素子を振動させること逆圧電効果を生じ出せたりすることにより起電力を得るものである。つまり、この仕組みはスピーカーで音を捉えて発電するものである。このとき利用するスピーカーは「圧電スピーカー」を使うと良い。圧電スピーカーとは薄い圧電素子を使ったスピーカーである。圧電素子には電圧を加えると変形する性質があるため、加える電圧を調節することで任意の音を出す振動を作る出すことができるのである。「音力発電」の他にも圧電素子を使用した発電の研究 [1] はなされている。圧電素子は振動を与えることで発電する性質を持つため自己発電を行う際に適した材料の一つと言える。「音力発電」に圧電スピーカーを使う場合のメリットは発電する際にコイルスピーカー（約 20 mV）と比べて電圧を比較的得易いことである。一般に省電力機器等に使われている IC チップを駆動させるための電圧は数ボルトであり、電流は数 mA である。このため、発電時には一定以上の電圧を得ることは省電力機器を駆動させるために重要なことである。つまり、圧電スピーカーを使用した「音力発電」は発電した電力を変圧せずに使えるため、エネルギーの変換ロスを少なくすることができるのである。

### 2.2 音声による搬送波の生成

我々は「音力発電」の発電効率を上げることに成功した。「音声発電」の中でもヒトが話す音声を使うことで発電させるものを「音声発電」と呼ぶ。通常の会話程度の声の大きさは約 50 dB 位である。今回開発した「音声発電」ではこの日常会話の中でも少し大き目に話したときの声、すなわち、約 60～70 dB 程度の声で約 3～4 ボルト以上の電圧で、約 10～20 mA の電流を発電することが可能である。「音力発電」で発電した電力でリモコンデバイスを動作させるためには約 3 ボルト、20 mA の発電を必要とする。この電力は「音声発電」でも発電できるものである。「音声発電」は入力として与えられた音声の波形に応じた交流電流を発電する。そのため、その波形の電力をそのまま送信する信号として使用することで搬送波とベースバンド信号（信号波）の一体型供給伝送デバイスを作成することが可能である。これは音声情報を伝える際にバッテリーを必要とせずに送信することを可能にする。この様に、「音声発電」を「音声電池」として自己発電機に活用することにより様々な応用が期待される。

約 50～70 dB 程度の音声を使って「音声発電」させたときの出力電圧を測定したときのグラフのうち、整流処理後のものを写真 1 に整流処理前のものを写真 2 に示す。各写真は縦軸に電圧をとり横軸に時間をとったものである。実験では「音力発電」による出力電圧を整流処理後に測定した結果、電圧波形の一部で赤外線 LED 等のリモコンデバイスを動作させるための一つの目安である電圧 3 V よりも高い電圧を示す箇所があった。ゆえに、出力電圧が 3 V 以上である電力はほぼそのまま信号の波形としてリモコンデバイスから送信することが可能で

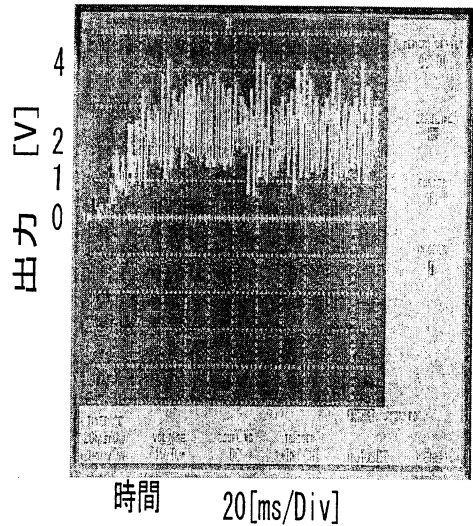


図 1 音力発電における電圧の測定（整流処理後の電圧を測定）

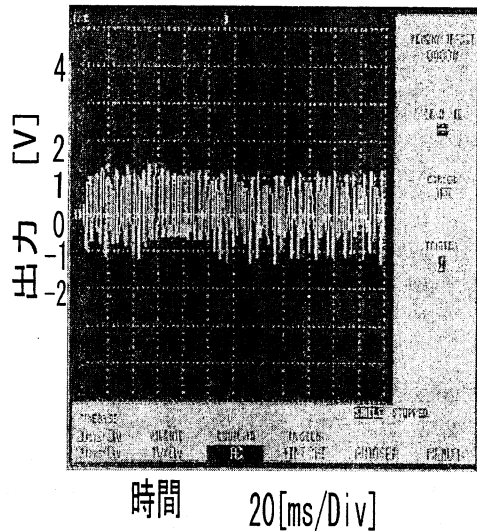


図 2 音力発電における電圧測定（交流電圧を測定）

ある。この手法を応用することで発電時に出力電力をいったんキャパシター等に溜めたからリモコンデバイスに供給すると、搬送波と信号波を音声のエネルギーのみで一度に生成することができるのである。

## 3. 音力発電

音のエネルギーを利用した発電方法のことを「音力発電」と言う。これまで一般的に音は発電には向きであるとされてきた。なぜなら、音の持つエネルギーはもともとそれ程大きくはないため、太陽光や風力等その他のエネルギーが大きいものを

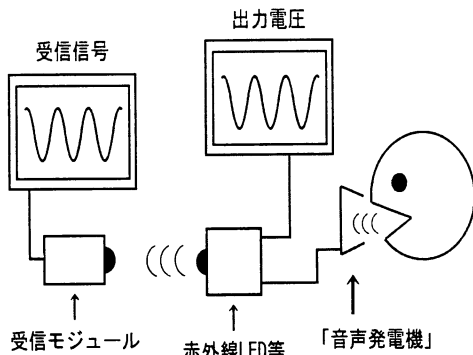


図3 音声発電機と赤外線LEDを用いた評価システム

使った発電と比較すると発電量が小さいからである。実際、音を使って発電させてもその発電量はあまり多くはない。けれども、音のエネルギーは普段から日常生活のいたるところに存在している。そして、このエネルギーはそのまま捨てられているのである。

「音力発電」の原理はスピーカーを使用して音を電気に変換することと同じ仕組みである。一般にスピーカーは電気を使って音を出すためのものである。これに対して、逆にスピーカー（やマイク）に音を当てると電気を生じるのである。この性質を利用して「音力発電」は音のエネルギーを電気エネルギーに変換するのである。

一般的なスピーカーは大きく二種類に分けることができる。それは、「コイルスピーカー」と「圧電スピーカー」である。前者はコイルに強弱を付けた電気を流すことでコイルはその強弱に合わせて伸縮を繰り返しこれにより空気を振動させ音を出す仕組みである。後者は圧電素子に電圧を加えて素子を振動させることで空気を振動させ音を出す仕組みである。圧電素子は電圧を加えると変形する性質を持つ。圧電スピーカーのことをピエゾスピーカーと呼ぶこともある。

音のような小さなエネルギーであっても、それを効率良く集めることで発電を行うのに十分な大きさのエネルギーになる。これは例えば、「音力発電」の中で人が話す声のエネルギーを使って発電させる「音声発電」では携帯電話やその他のモバイル機器等を動かすことが出来るくらいの電力を得られるようになった。もしも、大規模な「音力発電機」を駅のホームやイベント会場等、特定の範囲で大きな音がする場所に設置して発電を行えば、その発電量はその施設の電子掲示板を動かすことが出来るようになるであろう。これらのように、「音力発電」も使い方と使う場所によっては有効に利用できるのである。

#### 4. 評価システム

今回の搬送波とベースバンド信号の一体型供給伝送デバイスに利用できると思われるリモコンや電子部品はコントローラとしては、IRt, IRr, IRt, IRrMini、また、赤外線LEDではTLM231などがあげられる。

図1は「音声発電」を利用して動作させるリモコンデバイスの概念図である。出力電圧の波形と受信信号の波形は「音声発電機」に与えた音声の持っているエネルギーが一定以上であるとその音声の波形と同じである。このときの音声エネルギーは約70 dB以上である。

#### 5. まとめと今後の課題

「音力発電」はこれからのユビキタス社会において省電力機器やモバイル機器等を動作させる電力の供給源の一つとして利用することができる。最近は特に、環境問題が重視され、太陽光発電や風力発電等いわゆるエコ発電が注目されている。この様な中、音のエネルギーを利用した「音力発電」の必要性も高まると思われる。これからは、携帯端末やウェアラブルそしてユビキタス関連の省電力機器等の動作電源に付いてはこれらの発電方法を目的の使い方に応じて組み合わせることで電力供給を行う仕組みを採用することが適切であり、その開発が求められるであろう。

「音力発電」は振動のエネルギーを利用した「振動力発電」等にも応用可能である。例えば、自動車や電車等が走る際に生じる振動を発電に使うことも可能である。このよう振動は「音」の振動よりもエネルギーが大きいため「音力発電」よりも多くの発電量を得やすいのである。つまり、「音力発電」は「振動力発電」よりも難しい技術なのである。そのため、「音力発電」の技術を応用することも可能であり、この研究を行うことは「振動力発電」の向上にも結び付くものである。

#### 文 献

- [1] 梅田 幹雄、坂井 康弘、中村健太郎, "圧電素子を用いた衝撃・振動による自己発電型ドアアラームシステム", IEEJ Trans.SM.Vol.123.No.12.2003
- [2] 速水浩平, 武藤佳恭, "音力発電の現状とこれから", 月刊機能材料, シーエムシー出版,2004.
- [3] 家の光協会, "手作りエネルギー大全",1997
- [4] Starner T, "Human-powered wearable computing", IBM Systems Journal,1996